

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-61833

(43) 公開日 平成7年(1995)3月7日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> 識別記号 F I  
C03B 37/027 Z  
C03C 25/02 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全9頁)

(21) 出願番号	特願平5-186489	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(22) 出願日	平成5年(1993)7月28日	(72) 発明者	西田 好毅 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平5-143646	(72) 発明者	大石 泰丈 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(32) 優先日	平5(1993)6月15日	(72) 発明者	金森 照寿 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 谷 義一 (外1名)

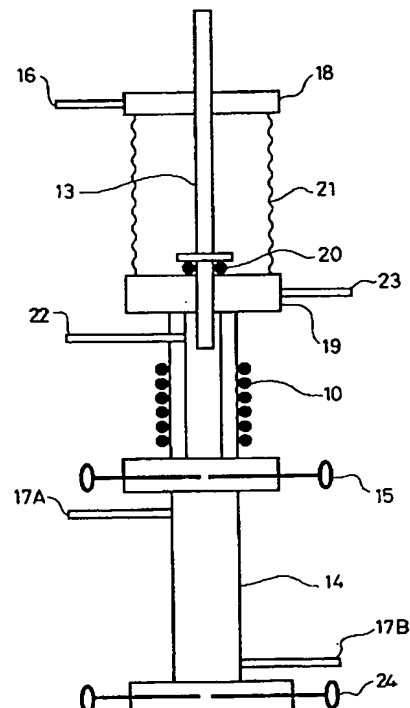
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ線引き方法および光ファイバ線引き装置

(57) 【要約】

【目的】 光ファイバの線径を一定にして強度を大きくする。

【構成】 ファイバ線引き装置は、光ファイバ母材を線引きする線引き炉10と、線引き炉10の上部に設けられたフランジ18および19と、フランジ18および19を連結して母材支持棒13を覆う支持棒覆い部材21とを具備する。フランジ18、19には、それぞれガス供給口16、ガス放出口23が設けられている。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバ母材を加熱し光ファイバを線引きする光ファイバ線引き方法において、該光ファイバ母材を加熱し線引きする炉内の雰囲気低湿度のガス雰囲気に保持することを特徴とする光ファイバ線引き方法。

【請求項 2】 光ファイバ母材を加熱し光ファイバを線引きする線引き工程と、該線引きされた光ファイバに引き続き被覆を施す被覆工程とを含む光ファイバ線引き方法において、前記線引き工程および前記被覆工程を低湿度のガス雰囲気内で行うことを特徴とする光ファイバ線引き方法。

【請求項 3】 光ファイバ母材を加熱し線引きする光ファイバ線引き装置において、光ファイバ母材を線引きする線引き炉と、該線引き炉の上部に設けられた少なくとも 2 個のフランジと、該少なくとも 2 個のフランジを介して前記線引き炉内へ導入可能な母材支持棒と、前記 2 個のフランジを連結し、かつ前記母材支持棒を覆うように配置された母材支持棒覆い部材と、前記 2 個のフランジの 1 つに設けられ、前記 2 個のフランジと前記母材支持棒覆い部材とが形成する空間にガスを供給するガス供給口と、前記 2 個のフランジの他の 1 つに設けられ、前記 2 個のフランジと前記母材支持棒覆い部材とが形成する空間からガスを排気するガス放出口とを具えたことを特徴とする光ファイバ線引き装置。

【請求項 4】 光ファイバ母材を加熱し線引きする線引き炉と、少なくともファイバ線径測定器ならびに紫外線樹脂塗布用ダイスおよび紫外線ランプを有し前記線引きされた光ファイバに紫外線硬化樹脂を被覆する紫外線被覆装置とを具えた光ファイバ線引き装置において、前記線引き炉のファイバ出口側に直結されかつ少なくとも前記ファイバ線径測定器および前記紫外線塗布用ダイスを覆うグローブボックスと、前記グローブボックスに設けられ、当該グローブボックス内にガスを供給するガス供給口と、前記グローブボックスに設けられ、当該グローブボックスからガスを排気するガス放出口とを具えたことを特徴とする光ファイバ線引き装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ファイバ線引き方法および光ファイバ線引き装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、フッ化物ガラス中に希土類からなる元素を添加し 4 f 殻内電子の誘導放出を用いた希土類ドーピングフッ化物光ファイバの研究が精力的に進められている。このうち、希土類ドーピングイオンとしてプラセオジ

ムイオン (Pr<sup>3+</sup>) を用いたフッ化物光ファイバは、光通信において重要な波長帯である 1.3 μm での発光が確認され、光ファイバ増幅器としての応用が極めて魅力あるものとなっている。

【0003】 しかしながら、フッ化物ガラスは吸湿性があり水分との反応によって、このフッ化物ガラスを合成時において、ガラス融液中に結晶が析出し、均質にガラスを合成することの妨げとなり、また、光ファイバ母材の線引き時においては、光ファイバ母材の表面に結晶が析出し、光ファイバの作製時におけるファイバ線径の制御と光ファイバの強度の向上に大きな妨げとなっていた。

【0004】 図 8 に従来の線引き装置の概略図を示す。図 8 に示した装置においては、線引き炉 10 内の雰囲気ガスの露点を下げするための特別な工夫はなされておらず、ガス導入口 11 から導入されるアルゴンガス雰囲気中において線引き作業が行われていた。従って、線引き炉 10 上部の開口部 12 から線引き炉 10 内へ大気が混入したり、あるいは、母材支持棒 13 の表面の吸着水が線引き時の加熱により脱離するため、線引き炉 10 内の露点が十分に下がらないという問題点があった。なお、14 は線引き炉 10 の下部から外気の混入による汚染を防ぐためのバッファ層であり、線引き炉 10 とはシャッタ 15 によって仕切られている。

【0005】 このため、従来のフッ化物光ファイバ作製技術においては、ファイバ母材の表面を熱収縮テフロン（登録商標）などで被覆保護し、これにより、光ファイバ母材の表面を水分との反応から保護し、光ファイバを製造する方法が採用されていた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の方法においては、テフロン被覆をファイバ素線から剥がすことが困難であるため、光ファイバと他の光学部品とを接続する時に必要となるファイバ素線を得ることが難しいという問題点があった。

【0007】 また、石英系光ファイバにおいて、通常、光ファイバを被覆する材料として用いられる紫外線 (UV) 硬化樹脂をフッ化物ファイバ表面に塗布する場合においては、光ファイバ母材をテフロンを用いて被覆しない状態で線引くことが必須である。

【0008】 この場合、従来においては、線引き炉中の水分とファイバ母材表面との反応によって光ファイバ母材の表面に析出した結晶が、破断開始点となって光ファイバ自体の強度が弱くなるために、十分な強度を持った紫外線硬化樹脂被覆 (UV コート) フッ化物光ファイバを製造することができず、光ファイバの引っ張り強度として 250 MPa 程度の強度を持つ UV コートフッ化物光ファイバしか得られないという問題があった。

【0009】 また、光ファイバ母材の表面に生じた結晶が原因となって光ファイバの線径が乱れ、このことによ

り光ファイバ導波構造が乱れ、散乱損失が増加するために伝送損失が低下しないという問題もあった。

【0010】そこで、本発明の目的は、上述した問題点を解消し、光ファイバの線径が一樣で、かつ強度の高い光ファイバ線引き方法およびそのための光ファイバ線引き装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明の光ファイバ線引き方法は、光ファイバ母材を加熱し光ファイバを線引きする光ファイバ線引き方法において、該光ファイバ母材を加熱し線引きする炉内の雰囲気気を低湿度のガス雰囲気中に保持することを特徴とする。

【0012】また、本発明の他の光ファイバ線引き方法は、光ファイバ母材を加熱し光ファイバを線引きする線引き工程と、該線引きされた光ファイバに引き続き被覆を施す被覆工程とを含む光ファイバ線引き方法において、前記線引き工程および前記被覆工程を低湿度のガス雰囲気内で行うことを特徴とする。

【0013】さらに、本発明の光ファイバ線引き方法は、光ファイバ母材を加熱し線引きする光ファイバ線引き装置において、光ファイバ母材を線引きする線引き炉と、該線引き炉の上部に設けられた少なくとも2個のフランジと、該少なくとも2個のフランジを介して前記線引き炉内へ導入可能な母材支持棒と、前記2個のフランジを連結し、かつ前記母材支持棒を覆うように配置された母材支持棒覆い部材と、前記2個のフランジの1つに設けられ、前記2個のフランジと前記母材支持棒覆い部材とが形成する空間にガスを供給するガス供給口と、前記2個のフランジの他の1つに設けられ、前記2個のフランジと前記母材支持棒覆い部材とが形成する空間からガスを排気するガス放出口とを具えたことを特徴とする。

【0014】また、本発明の他の光ファイバ線引き装置は、光ファイバ母材を加熱し線引きする線引き炉と、少なくともファイバ線径測定器ならびに紫外線樹脂塗布用ダイスおよび紫外線ランプを有し前記線引きされた光ファイバに紫外線硬化樹脂を被覆する紫外線被覆装置とを具えた光ファイバ線引き装置において、前記線引き炉のファイバ出口側に直結されかつ少なくとも前記ファイバ線径測定器および前記紫外線塗布用ダイスを覆うグローブボックスと、前記グローブボックスに設けられ、当該グローブボックス内にガスを供給するガス供給口と、前記グローブボックスに設けられ、当該グローブボックスからガスを排気するガス放出口とを具えたことを特徴とする。

【0015】

【作用】フッ化物ガラスは、石英ガラスなどのような酸化物ガラスと異なり大気中、つまり、水分 ( $H_2O$ ) が存在する雰囲気下において、良質なガラスを得ることが

難しいという問題点を有する。つまり、例えば、ジルコニウム系フッ化物ガラスの溶融時において水分が溶融雰囲気中に存在すると、 $ZrF_4 + 2H_2O \rightarrow ZrO_2 + 4HF$  の反応が進行し、ガラス融液中に発生した  $ZrO_2$  が結晶核となって成長し、均質にガラスを合成することの大きな妨げとなっていた。

【0016】このように、水分が存在する雰囲気中に非常に敏感なフッ化物ガラスはまた、光ファイバ母材を加熱するときにおいて、線引き炉内に存在する水分とファイバ母材との反応によって、母材の表面に微結晶が発生する。しかしながら、一度発生した微結晶は取り除くことが不可能なため、外径が  $125\mu m$  程度の光ファイバに加工したときに、表面に生じた微結晶が原因となってファイバの線径が変動する主な要因となる。また、このことによって、光ファイバ導波構造が乱れ、損失要因に繋がるという問題がある。あるいは、析出した微結晶が破断開始点となって十分な強度のファイバを得ることができないという問題もある。

【0017】しかるに、本発明によれば、光ファイバを加工する時における線引き炉内の雰囲気気を低湿度、すなわち例えば露点にして  $-60^\circ C$  (水分率にして  $10ppm$ ) 以下の高純度ガス雰囲気中に保持することによって、光ファイバ母材を加工時における表面の微結晶化を抑制し、これにより、線径が変動しない強度の高い光ファイバを製造することができる。

【0018】また、本発明によれば、線引き炉上部に、2つ以上のフランジを設け、一方のフランジにガス供給口を設け、他方のフランジにガス放出口を設け、母材支持棒がそれらフランジを介して線引き炉内に導かれ、かつ両フランジを支持棒覆い部材により連結することによって、支持棒表面を外気から遮断し、支持棒表面に水分が付着しないようにする。このことにより、支持棒が線引き炉内に挿入されるときにおいても線引き炉内が高純度のガス雰囲気中に保持され、線径に変動のない強度の高い光ファイバを製造することができる。なお、フランジのうち線引き炉の直上にあるフランジについては、母材支持棒を線引き炉内へ挿入することができるように可撓性を十分に保ちかつ線引き炉内へガスが混入することのないようなシール部を兼ね備えたフランジが望ましい。

【0019】本発明では、線引き炉内の雰囲気気を低湿度、すなわち、例えば露点  $-60^\circ C$  以下 (水分率にして  $10ppm$  以下) の高純度ガス雰囲気を保つことが必須であり、これより露点の高い (水分率の高い) 雰囲気下においては、光ファイバの母材の表面に微結晶が析出することなく線引きをすることはできない。

【0020】さらに、本発明では、線引き炉内とともにUVコート装置内も低湿度とすることにより、さらに線径が安定し、強度が向上したファイバが得られる。

【0021】また、本発明の他の光ファイバ線引き装置

は、母材支持棒、線引き炉、ファイバ線径測定器、UVコート用ダイス、UVランプ、ファイバ巻取り機、張力計等の一部または全部がグローブボックス内に収納されており、このグローブボックスがその内部の雰囲気低湿度雰囲気とするための低湿度ガス供給口およびガス放出口を有することによって、ファイバ線引き工程の一部または全てを低湿度ガス雰囲気下で行うことが可能となる。これによって、ファイバ加工時におけるファイバ表面結晶化を抑制し、もってファイバ線径に変動のないファイバ強度の高い光ファイバを製造することができる。

【0022】このように本発明の光ファイバ線引き方法および装置を用いれば、光ファイバ母材の表面に微結晶を析出させることなく、光ファイバを線引きすることができるため、線径の安定した光ファイバを得ることができる。また、光ファイバの強度においても、破断の原因となる光ファイバの表面に微結晶が発生しないため光ファイバの強度の向上にも有効である。

【0023】また、線径が一定な光ファイバを得ることができ、光ファイバ母材表面にコート材としてUV硬化樹脂を被覆することができるようになるため、石英系光ファイバと同様に取扱うことができ、光学部品との接続に必要な光ファイバ素線を得ることも簡便となるという利点がある。

【0024】

【実施例】以下、本発明について実施例を詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例により何ら限定されるものではない。

【0025】（実施例1）図1に本実施例で使用した線引き装置の模式的断面図を示す。

【0026】図中、線引き炉10は石英製の二重管であり、外管の外周には加熱のためのニクロム線が巻かれている。また、二重管の内管は線引き炉10の均熱長を長くとるために有効であり、このように線引き炉10を二重構造にすることによって安定な線引きが可能となる。また、内管の内部には導入口22より超高純度ガスが導入できるようになっており、線引き炉10内の雰囲気制御が可能な構造となっている。

【0027】また、線引き炉10の下部には、線引き炉10内への外気の混入による汚染を防ぐためのバッファ層14が位置しており、線引き炉10とはシャッタ15によって仕切られている。バッファ層14には、導入口17Aより超高純度ガスが導入できるようになっており、バッファ層14内の圧力は排気口17Bに接続されたマノメータによって、線引き炉10内へのガスの混入による汚染を防ぐ意味で、大気圧よりも高く、しかし、線引き炉10内の圧力よりも低くなるように常に管理されている。なお、24はバッファ層14内のガスを外気から仕切るシャッタである。

【0028】線引き炉10の上部にはフランジ18、19が位置しており、母材支持棒13とフランジ18とは

シール部20によって線引き炉10内へのガスの混入がなく、かつ、母材支持棒13が線引き炉10内に挿入可能のように接続されている。また、フランジ18とフランジ19との間には、支持棒覆い部材21が設けられており、吸着水から支持棒の表面を保護するために、フランジ18に接続されたガス供給口16からガイドの内部に超高純度ガスが導入され、フランジ19に接続されたガス放出口23から排出される。この支持棒覆い部材の材料としては、母材支持棒が上下するために伸縮可能なものが望ましく、例えば、タイフレキホース、ゴムホースなどの伸縮自在なものが望ましい。

【0029】本実施例では、ジルコニウム系フッ化物ガラスからなる光ファイバ母材を用い、線引き工程までの母材処理過程を、図2に示す製造工程とした。図中、研磨紙にして4000番まで研磨したフッ化物光ファイバ母材を、オキシ塩化ジルコニウムの塩酸水溶液からなるエッチング溶液中で10分間かけてエッチングし、アセトンを用いて洗浄した後、真空脱気によりよく乾燥する。その後、外気に触れさせることなく線引き炉内にセッティングされた光ファイバ母材を、線引き炉内でガラス軟化温度まで加熱し、光ファイバに線引きする。この時、本実施例においては、線引き炉内のガス雰囲気をアルゴンの超高純度ガスとし、露点にして-76℃以下の超高純度ガス雰囲気下に保持した。

【0030】このような条件のもとにフッ化物ガラス母材を線引きし、得られた光ファイバUV硬化樹脂を塗布し、外径が125μmで長さが300mのUVコートフッ化物光ファイバを得た。得られた光ファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、350MPaという高強度が得られた。

【0031】（実施例2）本実施例においては、実施例1で用いた光ファイバ線引き装置を使用し、光ファイバ母材としてはジルコニウム系フッ化物ガラスを用い、光ファイバの線引きまでの工程を図3に示した。図中、研磨紙にして4000番まで研磨したフッ化物光ファイバ母材を、オキシ塩化ジルコニウムの塩酸水溶液からなるエッチング溶液中で10分間かけてエッチングし、アセトンを用いて洗浄した後、真空脱気によってよく乾燥する。その後、特開平4-016524号公報に提案されているように、光ファイバの母材の表面をフッ素処理炉においてフッ素ガスによって処理した後、外気に触れさせることなく線引き炉内にセッティングした光ファイバ母材を線引き炉内においてガラス軟化温度まで加熱し、光ファイバに線引きする。このとき、本実施例においては、線引き炉内ガス雰囲気をアルゴンの超高純度ガスとし、露点にして-76℃以下の超高純度ガス雰囲気を保持した。

【0032】このような条件のもとにフッ化物ガラス母材を線引きし、得られた光ファイバ素線に、UV樹脂をコートし、外径が125μmで長さが300mのUVコ

ートフッ化物光ファイバを得た。このようにして得られた光ファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、500MPaの高強度が得られた。

【0033】(実施例3) 実施例1で用いた光ファイバ線引き装置を用い、光ファイバ母材としてはジルコニウム系フッ化物ガラスを用い、光ファイバの線引きまでの工程は実施例2と同様にした。本実施例においては、図3のフッ素処理の工程において、実施例2で用いたフッ素ガスに替えて、NF<sub>3</sub>、SF<sub>6</sub>、CF<sub>4</sub>等のフッ素を含有するガスを用いてフッ素処理した。このようなフッ素含有ガスによって表面を処理した後、外気に触れさせることなく線引き炉内にセッティングした光ファイバ母材を、線引き炉内でガラス軟化温度まで加熱し、光ファイバに線引きする。この時、本実施例においては、線引き炉内のガス雰囲気アルゴンの超高純度ガスとし、露点にして-76℃以下の超高純度ガス雰囲気を保持した。

【0034】このような条件のもとにフッ化物ガラス母材を線引きし、得られた光ファイバ素線に、UV樹脂をコートし、外径が125μmで長さが300mのUVコートフッ化物光ファイバを得た。このようにして得られた光ファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、450MPaの高強度が得られた。

【0035】(実施例4) 実施例1で用いた光ファイバ線引き装置を用い、光ファイバ母材としてはジルコニウム系フッ化物ガラスを用い、光ファイバの線引きまでの工程を実施例2と同様にした。本実施例においては、線引き炉内のガス雰囲気を窒素の超高純度ガスとし、露点にして-76℃以下の超高純度のガス雰囲気を保持した。

【0036】このような条件のもとに、実施例1と同様の方法を用いてフッ化物ガラス母材を線引きし、得られた光ファイバ素線に、UV硬化樹脂をコートし、外径が125μmで長さが300mのUVコートフッ化物光ファイバを得た。このようにして得られた光ファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、500MPaの高強度が得られた。

【0037】(実施例5) 本実施例においては、実施例1で用いた光ファイバ線引き装置を用い、光ファイバ母材としてはジルコニウム系フッ化物ガラスを用い、光ファイバの線引きまでの工程を図3に示した手順と同様にした。本実施例においては、図1に示した光ファイバ線引き装置のうち、線引き炉芯管をアルミニウム製炉芯管とした。この炉芯管を用い、図2に示したように母材を処理した後に、光ファイバ母材を外気に触れさせることなく線引き炉内にセッティングし、その後、導入口22より、アルゴンベース10%F<sub>2</sub>ガスを線引き炉内へ導入し、線引き炉を100℃に加熱して線引き

内で光ファイバ母材の表面をフッ素処理した。本実施例において、アルミニウム製炉芯管を用いた理由は、この炉芯管内にアルゴンベース10%F<sub>2</sub>ガスを導入するため、石英炉芯管を用いた場合においては、アルゴンベース10%F<sub>2</sub>ガスを導入することによって石英管自身が腐蝕されるためである。

【0038】このような条件のもとに、実施例1と同様の方法でフッ化物ガラス母材を線引きし、得られた光ファイバ素線に、UV樹脂をコートし、外径が125μmで長さが300mのUVコートフッ化物光ファイバを得た。このようにして得られた光ファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、600MPaの高強度が得られた。

【0039】(実施例6) 本実施例においては光ファイバ母材としてはインジウム系フッ化物ガラスを用い、実施例1で用いた光ファイバ線引き装置を用い、光ファイバの線引きまでの工程を実施例2で示したものと同様にした。なお、線引き炉内のガス雰囲気をアルゴンの超高純度ガスとし、露点にして-76℃以下の超高純度ガス雰囲気を保持した。

【0040】このような条件のもとに実施例1と同様の方法でフッ化物ガラス母材を線引きし、得られた光ファイバ素線にUV樹脂をコートし、外径が125μmで長さが300mのUVコートフッ化物光ファイバを得た。このようにして得られた光ファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、500MPaの高強度が得られた。

【0041】このほか、光ファイバ母材としては、鉛系フッ化物ガラス、アルミニウム系フッ化物ガラスのほか、フッ素リン酸ガラスなどの吸湿性があり大気中の水分との反応によってファイバ化した時に十分な強度が得られにくいガラス母材についても、本発明の線引き装置を用いてファイバ化することによって、従来の光ファイバよりも高強度でかつUVコートされた光ファイバを得ることができた。

【0042】(実施例7) 図4に本実施例で使用した、光ファイバ線引き装置の概略図を示す。線引き炉10の下部には直列にグローブボックス25が接続されており、グローブボックス25内には線径測定器26とUVコート用ダイス27とが位置している。グローブボックス25には低湿度ガス供給用の供給口28と、排気用の放出口29とが備わっている。また、グローブボックス25の前面にはグローブボックス25内で作業するためのグローブ30が、側面にはグローブボックス25内への物の出し入れのための前室31がそれぞれ備えられている。

【0043】また、線引き炉10の上部には、フランジ18および19が配置され、母材支持棒13がフランジ18を介して直結されており、シール部20によって線引き炉10内への大気混入がなく、かつ母材支持棒13

がフランジ部において可動性を損ねることなく線引き炉 10 内に挿入可能のように接続されている。また、ファイバ母材支持棒 13 の表面に水分が吸着するのを避けるために、それぞれガス供給口 16 およびガス放出口 23 を有する 2 つのフランジ 18, 19 の間に支持棒覆い部材 21 が設けてその内部に低湿度ガスを流すようにしている。さらに、グローブボックス 25 の下部には UV ランプ 32 が直結されている。

【0044】かかる装置では、線引き炉 10 内で加熱されファイバ化された光ファイバは、グローブボックス 25 内でダイス 27 によって UV 硬化樹脂をその表面に塗布され、UV ランプ 31 によって硬化されるまで、低湿度雰囲気下においてそのすべての作業が行われるようになっている。さらに、本実施例で用いた光ファイバ線引き装置には、ファイバ線引き中のファイバ張力を監視するために、張力計 33、ならびに線引きされた光ファイバを巻取るためのファイバ巻取り機 34 が備えられている。なお、図中 35 は、装置全体を支持する架台である。

【0045】本実施例では、ジルコニウム系フッ化物ガラスからなるファイバ母材を用い、線引き工程までの母材処理過程を次のようなものとした。

【0046】まず、研磨紙にして 4000 番まで研磨したフッ化物ファイバ母材を、オキシ塩化ジルコニウムの塩酸水溶液からなるエッチング液中で 10 分間エッチングし、アセトン洗浄した後、真空脱気によってよく乾燥する。その後、特願平 2 - 118999 号（特開平 4 - 16524 号）に記載されているように、ファイバ母材表面をフッ素処理炉においてフッ素ガスによって処理したあと、処理したファイバ母材を外気に触れることなく線引き炉内にセットし、このファイバ母材を線引き炉内でガラス軟化温度まで加熱し、光ファイバに線引きする。このとき、本実施例においては、線引き炉内ガス雰囲気を、水分露点  $-7.6^{\circ}$  以下のアルゴンの超高純度ガスとし、グローブボックス内は水分露点  $-7.0^{\circ}$  以下の窒素の高純度ガス雰囲気を保持した。

【0047】このような条件のもとにフッ化物ガラス母材を線引きし、得られた光ファイバ素線に、UV 硬化樹脂をグローブボックス内でコートしグローブボックス下に直結した UV ランプによって硬化することにより、外径  $125\mu\text{m}$  の UV コートのフッ化物光ファイバ、300m を得た。得られたファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、600MPa の高強度が得られた。

【0048】また、図 5 には本実施例で得られた光ファイバの光ファイバ作製時における線径制御結果を示す。比較のために、本実施例で使用した光ファイバ線引き装置を使用しなかった場合の線径制御結果も合わせて示してある。

【0049】一見して解るように本実施例で用いた光

ファイバ線引き装置を用いることによりファイバ線径の振れ幅が  $+2\mu\text{m}$  以下に抑えられ、良好な線径制御ができていること、すなわち、ファイバ表面の結晶のない光ファイバが作製されている様子が解る。

【0050】図 6 には本実施例で得られたジルコニウム系フッ化物ファイバの損失スペクトルを示す。ファイバ線径の乱れによる導波構造の乱れが小さいために波長に依存性のない散乱損失が低減されており、波長  $2.5\mu\text{m}$  において  $1\text{dB/km}$  の低損失が実現されている。

【0051】（実施例 8）図 7 に本実施例で使用した、光ファイバ線引き装置の概略図を示す。ファイバ母材支持棒 13、線引き炉 10、線径測定器 26、UV コート用のダイス 27、UV ランプ 32、張力計 33、ファイバ巻取り機 34、および架台 35 からなる光ファイバ線引き装置一式がグローブボックス 25 A 内に位置している。グローブボックス 25 A には低湿度ガス供給用の供給口 5 と、排気用の図示しない放光に接続される排気装置 36 とが備えられており、グローブボックス 25 A 内を常に  $-2.0^{\circ}$  以下の低湿度雰囲気下に保てるようになっている。また、グローブボックス 25 A 前面にはグローブボックス 25 A 内で作業するためのグローブ 30 が、また側面にはグローブボックス 25 A 内への物の出し入れのための前室 31 がそれぞれ備えられている。このことによって線引き炉 10 へのファイバ母材セットから、UV 樹脂のコーティング、ファイバ巻取りに至るまでの全工程を低湿度雰囲気下においてそのすべての作業が行われるようにできている。

【0052】本実施例では、ジルコニウム系フッ化物ガラスからなるファイバ母材を用い、線引き工程までの母材処理過程を実施例 7 で示したものと同様なものとした。

【0053】このような条件のもとにフッ化物ガラス母材を線引きし、外径  $125\mu\text{m}$  の UV コートのフッ化物光ファイバ、300m を得た。得られたファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、500MPa の高強度が得られた。また、ファイバ母材としては、インジウム系フッ化物ガラス、鉛系フッ化物ガラス、アルミ系フッ化物ガラスのほか、フッ燐酸ガラスなどの吸湿性があり大気中の水分との反応によってファイバ化したときに十分な強度が得られにくいガラス母材についても本発明の線引き装置を用いてファイバ化することによって、従来のファイバよりも高強度で、かつ、UV コートのなされたファイバを得ることができた。

【0054】（実施例 9）実施例 8 で用いた光ファイバ線引き装置を用い、ファイバ母材としてジルコニウム系フッ化物ガラスを用いて線引きを行った。本実施例においては、グローブボックス 25 内、ファイバ線径測定器 26 直下にカーボンコート用の反応炉を設けた。該反応炉内でプラズマ発生装置によってプラズマを発生させ、

CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>などの含炭素ガスを反応炉内に流し、線引きされた光ファイバ表面上に、該反応炉内でカーボンを堆積することにより、カーボンコートファイバを得た。さらに、プラズマ反応炉直下にあるUVコート用ダイス27によって、得られたカーボンコートファイバ表面にUV樹脂を被膜し、UVランプ32によって硬化することによって、外径125μmのカーボンコートのフッ化物光ファイバ、300mを得た。得られたファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、1.0GPaの高強度が得られた。また、耐候性にも優れた特性を示し、湿度70%、温度70℃の恒温層に一週間保持した後、引っ張り強度を測定した結果、引っ張り強度には変化が見られなかった。

【0055】(実施例10) 実施例8で用いた光ファイバ線引き装置を用い、ファイバ母材としてジルコニウム系フッ化物ガラスを用いて線引きを行った。本実施例においては、グローブボックス2内、ファイバ線径測定器26直下に金、ニッケル、銅、インジウム、半田などのメタルコート用の反応炉を設けた。該反応炉内で金属被膜用の反応ガスを反応炉内に流し、線引きされた光ファイバ表面上に、金属を堆積することにより、メタルコートファイバを得た。さらに、反応炉直下にあるUVコート用ダイス27によって、得られたメタルコートファイバ表面にUV硬化樹脂を塗布し、UVランプ32によって硬化することによって、外径125μmのメタルコートのフッ化物光ファイバ、300mを得た。得られたファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、1.0GPaの高強度が得られた。また、耐候性にも優れた特性を示し、湿度90%、温度70℃の恒温層に一週間保持した後、引っ張り強度を測定した結果、引っ張り強度には変化が見られなかった。

【0056】(実施例11) 実施例8で用いた光ファイバ線引き装置を用い、ファイバ母材としてジルコニウム系フッ化物ガラスを用いて線引きを行った。本実施例においては、グローブボックス内、ファイバ線径測定器26直下にSiC、TiCなどのハーメチック被覆用の反応炉を設けた。該反応炉内でハーメチック被膜用の反応ガスを反応炉内に流し、線引きされた光ファイバ表面上に、SiC、TiCを堆積することにより、ハーメチック被覆ファイバを得た。さらに、反応炉直下にあるUVコート用ダイス27によって、得られたメタルコートファイバ表面にUV樹脂を被膜し、UVランプ32によって硬化することによって、外径125μmのメタルコートのフッ化物光ファイバ、300mを得た。得られたファイバを引っ張り強度試験機によって、その引っ張り強度を測定した結果、1.0GPaの高強度が得られた。また、耐候性にも優れた特性を示し、湿度90%、温度70℃の恒温層に一週間保持した後、引っ張り強度を測

定した結果、引っ張り強度には変化が見られなかった。

【0057】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、線径が様な、高強度の光ファイバを得ることができる。また、UV硬化樹脂を被覆した光ファイバ、特に、UVコートフッ化物光ファイバを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の光ファイバ線引き装置を示す模式的断面図である。

【図2】本発明の第1の実施例のファイバ母材表面処理方法を示す工程図である。

【図3】本発明の第2の実施例のファイバ母材表面処理方法を示す工程図である。

【図4】本発明の第2の実施例の光ファイバ線引き装置を示す模式的断面図である。

【図5】本発明の実施例7の光ファイバ線径制御結果を示す図である。

【図6】本発明の実施例7の光ファイバの損失を示す図である。

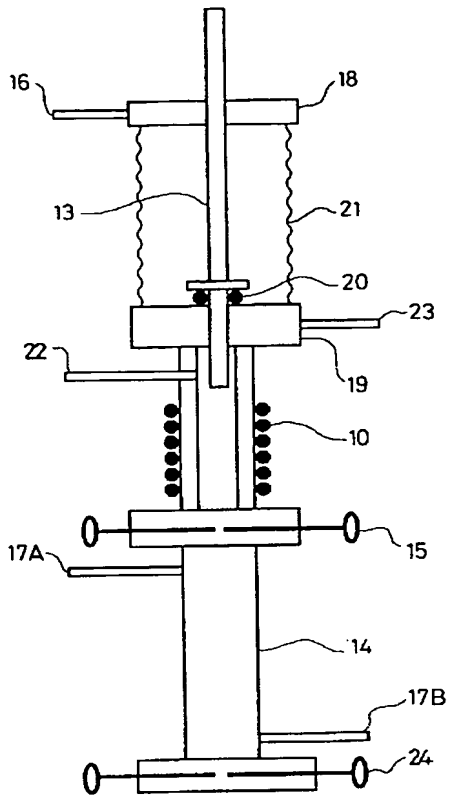
【図7】本発明の第3の実施例の光ファイバ線引き装置を示す模式的断面図である。

【図8】従来の光ファイバ線引き装置を示す模式的断面図である。

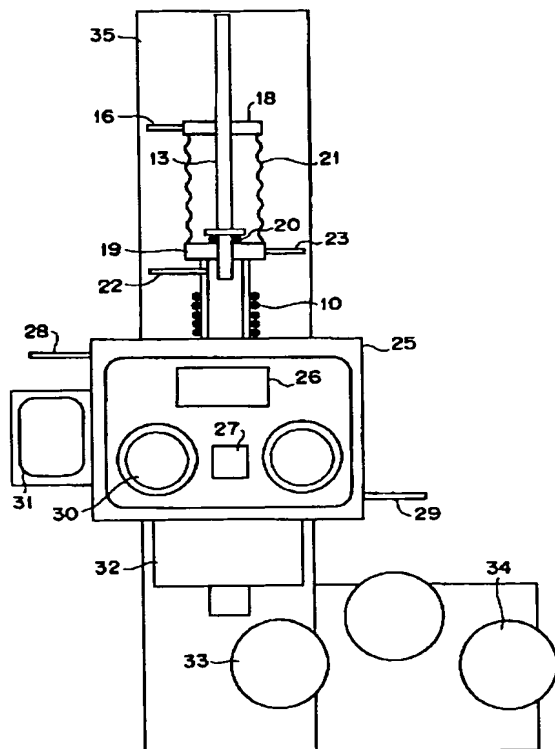
【符号の説明】

- 10 線引き炉
- 11 ガス導入口
- 12 開口部
- 13 母材支持棒
- 14 バッファ層
- 15 シャッタ
- 16 ガス供給口
- 18, 19 フランジ
- 20 シール部
- 21 支持棒覆い部材
- 23 ガス放出口
- 25, 25A グローブボックス
- 26 線径測定器
- 27 UV樹脂コート用ダイス
- 28 ガス供給口
- 29 ガス放出口
- 30 グローブ
- 31 前室
- 32 UVランプ
- 33 張力計
- 34 ファイバ巻取り機
- 35 架台
- 36 排気装置

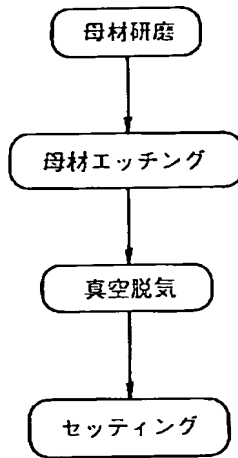
【図 1】



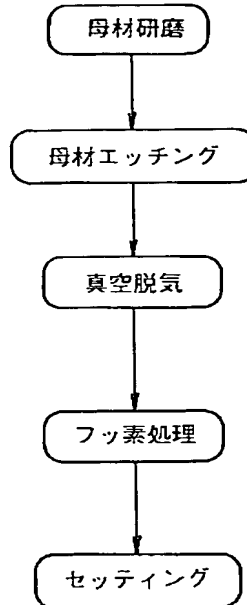
【図 4】



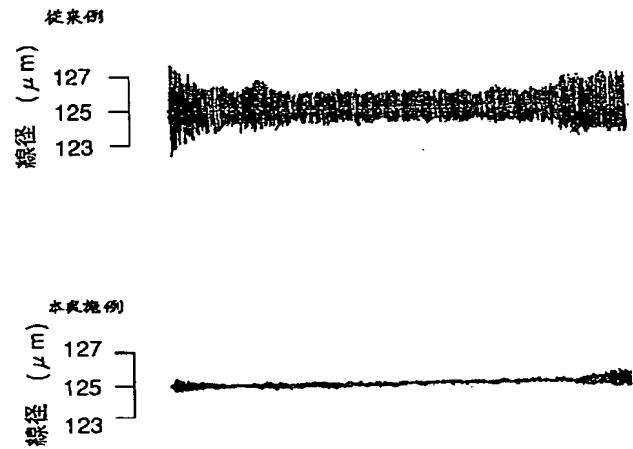
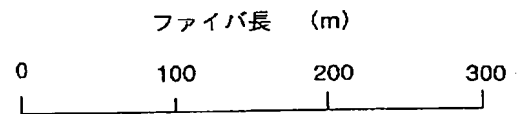
【図 2】



【図 3】

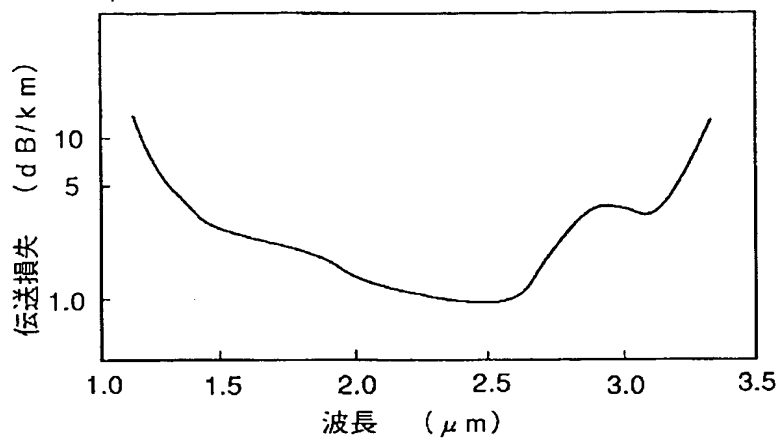


【図 5】

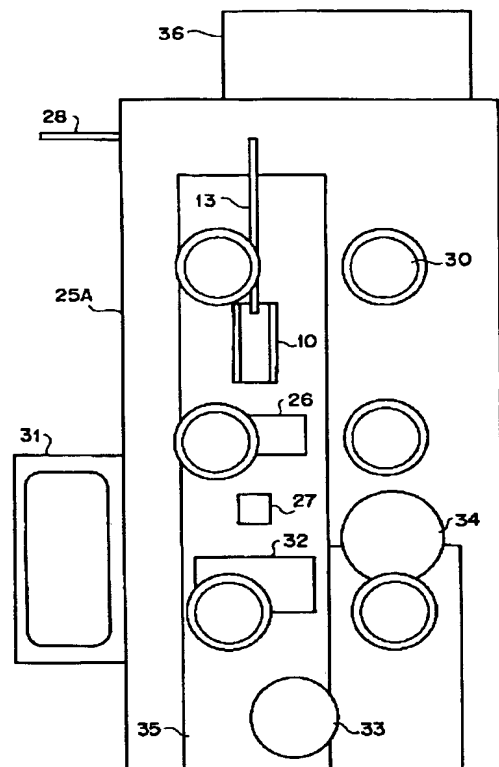




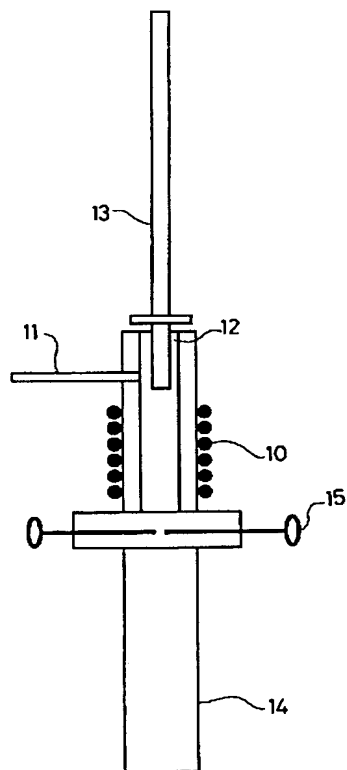
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 森 淳  
東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 須藤 昭一  
東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日  
本電信電話株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**